

火山と保全

東 三 郎

はじめに

一九七七年八月七日、有珠山の眠りは三十二年振りに破れた。テレビもラジオも新聞もこぞってこの噴火と、それに伴う災害の模様を全国ネットにのせた。それから四年、山はすっかり静かになったかのように見えるが、新山の隆起と外輪山の崩壊、降雨と土石流、観光と防災をめぐるなまなましい話題が続いている。もっとも、この間に九州の桜島の噴火はなお激しく続いており、木曾の御岳山が有史以来の噴火をし、また樽前山に不気味な活動が起こるなど、国内のあちこちで火山が注目を集めたかと思うと、米国セントヘレンズ火山や、インドネシア・ジャワ島のスメル火山が噴火するなど、その被害の大きさからみても、まさに地球は生きていくという感じを与えるような昨今である。

もっとも、火山とその山麓は土地がやせており、水の便も悪いことから他の山地に比べると、農林業的に生産性の低い地帯である。したがって定住者も少なかつただけにこれまで防災の重点は、噴火の予知と事前の警戒・避難におかれ、自然の力に逆って人力で防御するという手段を第一にしているものではなかった。

しかし、火山地帯は自然景観に恵まれ、あわせて温泉の湧出もあって、きわめて観光価値の高いところであり、高度に発達した機械文明の疲れを癒そうとする都市生活者にとって、格好のレクリエーション・エリアになっている、したがって各種の観光、保養

施設が建設され、それに伴って定住者が増加し、旅行者の入込みも多くなり、独特な人口増加をみるようになった。

「動かざること山の如し」というたとえがあるが、最近の火山情報によってもわかるように、火山とはきわめて変動しやすい土地であると言わなければならない。その変動地帯に多くの人が集まると、なんらかのトラブルが起こるとみてよいだろう。

農林業を主な生産業としていた時代とちがって、最近のモーターゼーションの波は急速に山地開発をおし進めている。電気と飲料水を導入し、車の出入りが容易になれば、新しい型の土地利用が可能になるのである。しかし、変動しやすい山地が大幅に改造されたり、また弱い体質が部分的に傷めつけられると、そこには深刻な土砂害の問題が発生するのである。

本来ならば、その災厄を未然に防ぎながら合理的な土地利用を計画しなければならぬのであるが、残念ながら火山の懐に深く入りこんであれこれ操作するほど、効果的な防災工法は見当たらないのである。静かな火山の土地利用と活動的な火山の保全とは両極端に位置する問題であるが、歴史的にみれば同一舞台で展開される出来ごとであり、極度に地形改造が行われようとしているこんにち、山地の本性を知る意味においてこの問題を具体的に考察してみたい。



砂防技術の限界

たいていの砂防工事は大災害のあとに予算化され、実施される。再び災難に遭わないようにと計画されるが、皮肉なことに同じようなケースは他の場所でも起こる。したがって対策は後手に廻ることになる。いわゆる復旧工事が主な対策となっているわけであるが、本来ならば予防工事として事前の対策がとられなければならないはずである。しかし、こんごの土地利用の形態からみてもわかるように、危険地帯への侵入を規制したり、該当地区を明確に指示し、施工するには、多くの社会的問題が残されている。

いきおい、砂防技術は復旧工事の効率化をもって甘んじなければならぬという状態におかれるが、火山地帯の場合には、別の意味で技術的限界が横たわっているのである。すなわち、これまで生産性が低く、定住者が少なかった火山では災害らしい災害がなく、復旧工事すら必要がなかった。当然、砂防技術の本格的な進展はみられなかった。しかし、ひとたび砂防の必要性がでてきても、これまで花うこ岩地帯で復旧工事として

写真一 土石流によって運び出され、多くの治山施設を破壊した巨石(5m×5m×2m:約110t)有珠山・小有珠右の川、1981年8月23日、台風15号(1981.9.撮影)



写真二 巨石・岩塊の流動を食い止めるスリット・ダム、過去10数回の大小土石流にたいして効果をあらわした。ダンプトラックで除去した土石量は約15,000m³にのぼる、大有珠川(1981.9.撮影)



発達してきた技術では、対応できないことが明らかとなった。ここに行政的対応との大きな断層があるとも言ってもよいだろう。

噴火のエネルギーは膨大で、とても人間の手に負えるものではない。警戒・避難のほかに良い手段はない。ところが噴火が終ると、人々は再びもとの土地にもどり生業にいくようになる。噴火の後遺症がつきに述べるような泥流禍にあることは、あまり知られていない。降雨に際して、新規の火山灰堆積物が流されてしまうことは容易に想像できる場所であるが、それがもたなくなって古い時代の堆積物まで掘り起こされ、土石流となつて既存の集落や公共施設を襲うという災害は、ごく最近頻発するようになった。つまり、人間の生活空間は、このような危険地帯に広がりはじめたのである。

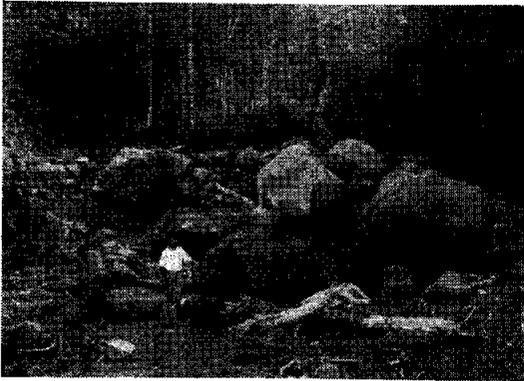
もともと火山の裾野に広がるいわゆる沖積扇状地は、過去の火山放出物に厚くおおわれてきたものであり、きわめて脆弱な地盤である。まれに溶岩流の堆積したところが露出して滝になり、観光的にもはやされているが、他の多くの部分は雨水や雪どけ水で容易に洗掘され、その削りとられた土砂は複雑な運動形態で下流へ移動してゆくのである。

これらの土砂が長年のあいだに扇状地をつくり、その土地が人間の手によって利用されているわけであるから、新しい土砂が極端に流出すると、農地・宅地・道路・水路は災害をこうむることになる。

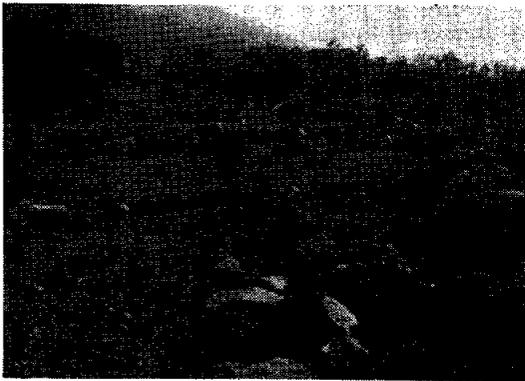
最近、無計画な土地利用に対して、厳しい批判が向けられているが、火山地帯でも不安定な土地に手を加えると反動が起り、既存の生活空間に及ぼす影響は大きい。いっぽう土地保全の専門的立場にある砂防分野が、この脆弱な土地を安定化する方法を十分に発達させているともいえない。それは古典的砂防技術の限界ともいえるべきもので、脆弱な地盤に強固な構造物を築設できないという根本的な理由によるのである。また、かりに巨大な砂防ダムを設置したとしても、火山から流出する土砂量はダムの容量をはるかに上廻っており、これまでの砂防理論で解決することはできない。

このように、火山を対象にすると、砂防は工法の原因にたちかえって吟味しなければならないことになる。すなわち砂防ダムとは、

写真一 土石流の先行流として流動してきた岩塊群、泥まみれになっていた岩肌が、後続流できれいに洗われている。羊蹄山・青木の沢、1981年8月23日、台風15号（1981.9.撮影）



写真一 弱状地に設置された低い横工群で、土石流のエネルギーを制御し、岩塊の流動を阻止した状況、後続流の洗掘力は人工岩盤によって抑制されている。羊蹄山・青木の沢、1981年8月23日、台風15号（1981.9.撮影）



水や土砂の運動する河道空間を整備するひとつの手段であり、ひきとめる土砂量の大小よりも、造られる安定空間の大きさと、それが下流にもたらす具体的な効果によって価値づけられなければならない。そのためには、埋没したダムといえども土石流制御に果たす役割の大きいことを正しく理解しなければならぬのである。

火山の土石流に関する知見はいたって少ない。そして、砂防技術に限界がみえるとするならば、当然、生活空間の拡大には限度があるということになる。地表変動の激しい自然の領域に近づく方法として、筆者は「遊砂地」の概念を提唱し、火山砂防の手段に組み入れた。そのいくつかの効果が有珠山で実証されつつあることを知ったが、その構想の由来について触れてみたい。

火山の土石流

火山の斜面はルーズな堆積物におおわれ、浸食されやすい状態であるにもかかわらず森林植物が繁茂して、一見平穏なすがたを呈している。しかし、山麓に一步足を踏み入

れると、沢はV字型に刻まれて深く、いたるところに大小の岩塊が散在して、誰しもその荒々しい光景に驚ろかされる。晴天が続くと、山肌に吹きつける風は粘結力の乏しい斜面の火山砂れきを崩し、谷底に堆積させる。ついで強い雨の日に、その砂れきはかゆみ状にもまれて流動し、やがて行手を阻む巨石をも巻きこんで本格的な土石流に成長する。乾燥期のあとの豪雨がしばしば大型の土石流を発生させるのも、細砂・れき・岩塊に十分な水の供給が伴うからである。谷の出口でにわかには解放された土石流はいったん終息するが、雨の降り方や斜面の崩壊状況によって二発、三発目の土石流が発生する。

一九二六年五月、十勝岳の噴火のとき、高温の火山放出物が当時の積雪を急速に融かしたために、大泥流が発生し、山肌を削り、岩塊を掘り起こして山麓の市街地を襲った（注一）。この災害はわが国の噴火史上きわめて有名で、家屋三七二戸が破壊され、死者一四四名を出している。この泥流現象について、高温物質の流れを一次泥流、融雪水による土砂の流送を二次泥流とよんでいるが、この時点での泥流とは地学的概念でスケールも大きく、筆者らが土石流とよんでいるのとニュアンスが異なる。土石流とは、水・

土砂・岩塊の混じった流動物をさし、とくに岩塊の存在に重きをおいている。砂防学の分野ではむかしからこの土石流を山津波とよんでいるが、火山山麓ではきわめて日常的に起こる現象である。

泥流という表現は、最近地学ではあまり用いられていない。一般には、泥状物質の流れとして解釈されているようである。しかし、実際には岩塊を含む流動物であるから、むしろ土石流をも総括した概念であるということになるだろう。もっとも、文字から受ける日本的ニュアンスは、土石流のほうが泥流よりも強力である。

ごく最近の例では一九七五年八月、東北地方の岩木山の災害がある。この山麓では集中豪雨で土石流が発生し、家屋全壊九七戸半、壊九戸、死者二二名を数えた。このような大型土石流は、およそ三〇〇年前に発生したと伝えられているが、上流部では七〇年前に一度この程度の土石流が発生したと、周辺の森林構成の時間分析によって判断されている（注二）。

北海道の火山地帯でも、しばしば土石流が発生している。とくに

茶の間の話題になってきたのは有珠山における一連の泥石流災害である。ここでは、新規火山灰の一部がいちやく浸食され、リル（雨裂）やガリー（溜れ谷）をつくったが、当初、ほとんど降灰堆積のなかつた南麓で径〇・五〜一〇mの岩塊が掘り起こされ、下流に氾濫堆積して世間の耳目をそばだせた。

翌一九七八年一〇月二四日の泥石流は北麓の温泉街を襲い三名の犠牲者を出し、多くの経済施設に被害を与えた。当夜、筆者は宿舍の窓から乗用車をも呑みこんで流れる泥流のすさまじさを目撃した。いまでもそのとき異様な恐怖にかられたことを思い出す。目の前を流動する泥流が、果たして先行流に当たったのか、また、このような流れがどれくらい持続するのか、雨がやんでもなお繰り返す波状攻撃は、いわゆる土石流の本性的な、謎めいた部分が多かつた（注三）。

「幻の土石流」と言われて恐れられていたこの不気味な現象も、火山地帯の砂防工事によって、ようやくその性格がとらえられるようになった。また、最近のVTRの発達によって、実体の一部を記録できるようになった。それらの情報を総合すると、土石流の運動は、泥の粘性・岩塊の量・雨の降りかたによって異なり、沢の形や勾配・溪床の質に影響されることがわかつてきた。

土石流は大きく二つの部分にわけられる。すなわち岩塊を巻きこんで流動する頭部すなわち先行流と、濁水となって延々と続く後続流からなり、その速度は毎秒五〜一〇mである。そして、土石流は狭い谷を通過するとき、溪床から土砂・岩塊を拾いあげ、雪だるま式にふくれ上ってダイナミックに流動する。谷を離れてから堆積した岩塊や土石が後続流に洗い流され、そこでは二次・三次の小土石流が発生し、堆積地の続く限り止るところを知らない。

土石流と森林

扇状に広がった堆積地には、密な森や疎な林、枯木の群れや若い木立ちがある。巨石や岩塊に埋め尽された樹林は、いかにも土石流の運動を阻止したかのように見えるが、じつは、そこがまぎれもなく土石流の終息する場所に当るのである。数年あるいは数十年前に堆積した土石の氾濫原に、やがて木本群落が形成されることは、あまり知られていない。土地がやせていると植物は生育しにくいという畑作の観念が、人々の考え方を

大きく支配しているからであろう。まして、巨石や岩塊の累積しているところに樹木が育つという現象は、それを目の前においても信じ難いであろう。

一九一四年大規模な噴火をし、有名な大正溶岩を流して陸続きになった九州の桜島では、その溶岩の上にクロマツの天然林ができていた。樹齢は二〇年余であるから、一九四六年の噴火をはじめとし、その後の火山灰が大正溶岩をおおったために、侵入のきっかけができたのであろう。それにしても無機質そのものの上に、よく樹木が生育するものである。また、一九二六年発生の十勝泥流の岩塊群には、アカエゾマツやカンバの侵入がみられ、それぞれ純林を形成している。その光景は裸地にはコケが生え、草本、低木と移り変わって、高木の林になるというパターンとは、およそかけ離れている。もっとわかりやすい例は、昭和南山の周辺において十分に観察できる。ここではドロノキやヤナギ類が、昭和南山の形成年代に符合するような年齢で育っている。そして、一九五〇年に北麓で行われたドロノキ植栽（埋幹法による）も、じつにみごとに成林し、ニセアカシヤとともに、いまではうっそうたる森になっている。つまり、樹木が荒地にいち早く侵入することは、これらの事実によって簡単に証明できる。

さて、このような事例を土石流の氾濫原にあてはめると、古い土石流の堆積地には古い木本群落があり、新しいところには若い群落ができていくことがわかる。この群落を構成している樹種は、北海道ではヤナギ類、ドロノキ、ケヤマハンノキ、カンバ類、カラマツで、いわゆる先駆樹種とよばれているものである。舌状に堆積した新生地には、まわりからタネが到来し、周囲の気候・土性に適合する形で発芽し生長する。したがって同年齢の樹林の広がりを年代学的に解析し、土石流の発生年代や規模を探ることも可能である。そして、その堆積形態から土石流の運動過程を推論することもできるわけであり、砂防計画にとって有力な情報が得られるのである（注四）。

このような見かたをみると、樹林が土石流を食いこめるとする考え方にこだわることなく、山崩れや土石流発生に際して、大木が根こそぎに運び出される光景を冷静に正しく理解できるようになるだろう。もちろん、斜面の樹林や河畔の樹林の形成にも、これに近い歴史的過程をもっているとしなければならぬ。まして、山腹を樹林でおおってしまえば浸食は起こらないと考えるのは、おおいに問題がある。昭和南山のガリーと植生がその関係を如実に物語っている。

エロージョン・コントロール

土地利用が進むとなんらかの形でエロージョン・コントロール（侵食防止）の必要性が生まれる。その傾向はどここの国でも同じであるが、人口密度が高く、経済力のあるわが国のように、コンクリート構造物に頼っている国は少ない。人口密度が低く、開発途上にある国では、荒地を修復するのに、ほとんどの場合植生を材料にしている。

そのような意味では、わが国の火山地帯のエロージョン・コントロールも似かよっている。むやみに高価なコンクリート構造物の設置は認められない。最近新しい土地利用が進められるようになって、多額の経費を投入して保全の問題を考えなければならなくなった。しかし、技術的難題にぶつかったのである。つまり、それは脆弱な地盤を対象にした場合の砂防技術の未熟さであると言いうことができる。

一九五八年以降、筆者らは、変動のはげしい羊蹄山麓でこの問題ととり組んできた。土石流と森林の関係を探り、砂防技術の対応について考えた。一九六五年以降、ひとまわりスケールの小さい有珠山南麓の扇状地で、より具体的に土石流制御の方法を検討しさらに一九七二年から再び羊蹄山麓で工法の可能性を確かめつつあった。

一九七七年、有珠山の噴火と泥流対策が社会問題となったために、それまでの実績をもとに土石流発生の抑制と、発生後のエネルギー分散の方法が採用され、この四年間に多くの成果をみるにいたった。この工法の原理は、さきにも述べたように森林の年代解析により土石流の本性を把握し、その強大なエネルギーに逆らわないように人工岩盤としての低い横工群を配置し、より計画的に岩盤・土砂・水を分離することにある。

この原理にもとづいた施工例は、大雪山系黒岳・十勝岳ヌツカクシフラノ川・知床半島金山川にもあるが、いずれも台風や集中豪雨のたびに大量の土砂をひきとめ、下流の土砂害を防止している。とくに本年（一九八一年）夏の豪雨・台風時には、これらの荒廃溪流の低い横工群が、たんに土石のみならず大量の流木をひきとめ、下流の被害を未然に防止した。このような成果をふまえて、あらためて火山地帯のエロージョン・コントロールを考えると、浸食による土石の流動過程や災害の原因となる土砂の生成源の位置、ならびにそれを制御する場所と方法を新しい目を向けなければならないと言えるのである。この点について、古い火山であるが、男体山と羊蹄山の対照的な砂防工法

をあげておこう（注五）。

男体山は、国際的な観光地として知られている日光市にあり、羊蹄山は山麓の一部がようやく別荘分譲地として、騒がれるようになった程度で、まだ自然性の多い場所にある。前者は、山麓に観光施設が密集しているだけに災害の危険度も高いが、土砂の生成源は上方の山腹にあるとして、鋭意工事がすすめられている。作業用の道路を維持するだけでも難事業であり、なほおいても山体の自然性が損なわれ、およそ観光的美しさとはほど遠い。羊蹄山の防災計画は前車の轍を踏むことのないようにと、傾斜変換点より下方の扇状地を土砂の生成源として処理してきた。幸いこの方法の成果が各地において認められるとともに、羊蹄山自体においても明確になってきた。いまなお山腹の自然美は保たれているのであるが、これは火山のエロージョン・コントロールが景観保全の役割りを果たしている事例として紹介しておきたい。

あとがき

雨の少ない北国に住む人たちは、土砂害にたいする感受性が鈍い。とくにふだん水の流れていない火山山麓の川は、いつのまにかその存在がなくなっている。いわゆる尻無し川の上を道路が走り、住宅が並んでいるのである。また、火山の扇状地には、経済的価値の低い雑木が多いことから、簡単に伐採され、宅地化される傾向が強い。眺めが良く、傾斜も緩やかであるから、ついつい開発の手が伸びるのである。

火山が爆発すると、誰しも身の危険を感じるが、意外に降雨時の土石流を察知する人は少ない。土地の成り立ちを知らない人たちの集合は、やがて災害を招くことになる。

有珠山の火山災害は、高度に発展した文明社会に一大警告を与えたことになるが、問題は、必ずしも火山山麓だけではなかったのである。本年（一九八一年）夏のたて続けの豪雨・台風が、安全な土地利用に関する多くの教訓を遺したように思われる。

引用文献

（北大農学部教授）

- (一) 北海道防災会議、十勝岳——火山地質、噴火史・活動の現況および防災対策、一九七二
- (二) 林業土木コンサルタント青森支所、岩木山南麓治山基本計画報告書、一九七七
- (三) 北海道土木部砂防課、有珠山土石流と闘う、砂防対策事業の記録、一九七九
- (四) 東三郎、地表変動論、北大図書刊行会、一九七九
- (五) 林業土木コンサルタント青森支所、羊蹄山治山基本計画報告書、一九七四